

101
20j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

División de Estudios Profesionales
Departamento de Psicología Experimental
y Metodología

CAPACIDAD PREDICTIVA DE LA TECNICA DE DISEÑO
LOGICO DE EXAMENES EN LA MULTIPLICACION

T E S I S

Que para obtener el Grado de
LICENCIADO EN PSICOLOGIA
p r e s e n t a

MARCO ANTONIO PULIDO RULL

S I N O D A L E S

Director de Tesis:

Lic. Fernando Vázquez Pineda

Mtro. Javier Aguilar Villalobos

Lic. Gustavo Bacha Méndez

Lic. Gerardo Hernández Rojas

Dra. Elfriede Wenzelburger Guttenberger

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

| | |
|---|---------|
| AGRADECIMIENTOS..... | 3 |
| RESUMEN..... | 4 |
| INTRODUCCION..... | 5 - 7 |
| FUNDAMENTOS DEL DISEÑO LOGICO DE EXAMENES..... | 7 |
| A) PRIMERA FASE: FORMALIZACION DEL PROCEDIMIENTO..... | 7 - 10 |
| B) SEGUNDA FASE: ANALISIS DE VARIABLES..... | 11 - 18 |
| C) TERCERA FASE: GENERACION Y ANALISIS LOGICO DE REACTIVOS..... | 18 - 23 |
| HISTORIA DE LA INVESTIGACION ACERCA DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LA TECNICA DE DISEÑO LOGICO DE EXAMENES..... | 24 - 25 |
| OBJETIVO DE LA INVESTIGACION..... | 26 |
| HIPOTESIS..... | 26 |
| METODO..... | 27 |
| A) SUJETOS..... | 27 |
| B) MATERIAL..... | 27 - 28 |
| C) PROCEDIMIENTO..... | 28 - 30 |
| D) VARIABLES..... | 31 |
| E) ANALISIS DE LOS DATOS..... | 31 - 33 |
| RESULTADOS..... | 33 |
| A) EFECTOS DE ITERATIVIDAD Y GRADO MULTIPLE SOBRE DIF..... | 33 - 35 |
| B) EJECUCION ANTE REACTIVOS ESTRUCTURALMENTE EQUIVALENTES..... | 36 - 38 |
| DISCUSION..... | 39 - 41 |
| PERSPECTIVAS..... | 41 - 42 |
| LIMITACIONES..... | 43 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 44 - 45 |

AGRADECIMIENTOS

Deseo dedicar este trabajo a quienes siempre me han apoyado e impulsado a superarme, mis padres.

Deseo así mismo agradecer su colaboración en la realización de este trabajo a las siguientes personas:

Fernando Vázquez con su paciencia y comentarios guió el desarrollo de la línea de investigación. Guillermo Solano además de ser el padre intelectual de este trabajo sembró la inquietud por realizarlo. Elfriede Wenzelburger y Gerardo Rojas hicieron interesantes comentarios sobre las implicaciones de la obra. Javier Aguilar con su conocimiento del área detectó deficiencias. Gustavo Bacha además de demostrar interés me permitió entender mejor la responsabilidad del trabajo científico.

Quiero agradecer muy especialmente a Carlos Bruner quien con su capacidad crítica y analítica ayudó tanto a escribir como a conceptualizar el trabajo. También quiero agradecer a Eduardo Víctor, Ines Vargas, Laura Acuña y Raul Avila quienes hicieron comentarios valiosos. Mirta Flores ayudó en la interpretación estadística. Cecilia Herrera, Iliana Alvarez, Rocío Avila y Xochitl Prado, además de brindarme su amistad ayudaron en la aplicación de los exámenes y en la captura de los datos. Agradesco también a Isabel Reyes quien brindó todas las facilidades para la captura del texto y a Jorge Villatoro quien ayudó en la impresión.

RESUMEN

La técnica de Diseño Lógico de Exámenes consiste de diversos recursos descriptivos que son empleados para elaborar exámenes destinados a evaluar el aprendizaje de procedimientos. La capacidad predictiva de la técnica se refiere a la posibilidad de estimar, mediante predictores lógicos derivados de la misma, la dificultad y equivalencia de reactivos de un examen. Hasta hace poco solo se habían efectuado estudios acerca de la capacidad predictiva de la técnica, en un procedimiento de transformación de números romanos. Los resultados obtenidos entonces indicaron que es posible utilizar la técnica para predecir la dificultad de los reactivos de un examen así como para clasificarlos. Dado que la capacidad predictiva de la técnica de DLE fue concebida como una herramienta para emplearse en la elaboración de exámenes de todo tipo de procedimientos, resultaba necesario determinar si dicha capacidad se presentaba también en un procedimiento diferente al de transformación de números romanos. En la presente investigación se utilizó la técnica de DLE para elaborar exámenes de multiplicación con y sin punto decimal, se aplicaron a una muestra de niños de primaria y se evaluó la capacidad predictiva de ésta. Los resultados obtenidos indican que la capacidad predictiva de la técnica de DLE se presenta también en un procedimiento de multiplicación con y sin punto decimal.

INTRODUCCION

La elaboración de exámenes para la evaluación del aprendizaje escolar ocupa un lugar importante dentro del proceso enseñanza aprendizaje (Gronlund, 1971). Una evaluación sistemática permite determinar hasta que punto los objetivos instruccionales establecidos por el profesor han sido alcanzados por sus alumnos. Mediante esta información es posible adecuar las estrategias y el nivel de enseñanza que se imparte a un grupo determinado. Una evaluación adecuada puede también ayudar en la detección de alumnos con problemas de aprendizaje así como a establecer que aspectos del material se dificultan más a los estudiantes.

Diferentes aproximaciones han sido empleadas con la finalidad de elaborar exámenes, por ejemplo el análisis estadístico de reactivos que permite conocer la dificultad y discriminación de un reactivo con respecto a una población dada (Acosta y Stockton, 1979). Un problema que se encuentra con este método es que no permite conocer, con anterioridad a su aplicación la dificultad de un reactivo particular. Otro problema que se encuentra es la imposibilidad de establecer criterios cualitativos objetivos que permitan clasificar reactivos para un examen, es decir, podemos saber, después de su aplicación, que reactivos son fáciles, cuales intermedios y cuales difíciles pero no resulta evidente el como agruparlos de acuerdo a propiedades estructurales intrínsecas al contenido. Por ejemplo, en el caso de la división el reactivo 15.3/.095 y el reactivo 956/11234 pueden poseer ambos el mismo grado de dificultad, sin embargo, no resulta fácil explicar a que se debe dicha semejanza, además se trata de reactivos diferentes, ya que en uno se divide considerando puntos decimales y en el otro no. Lo anterior resulta relevante si se considera la necesidad de un profesor de elaborar exámenes paralelos; si el profesor conoce únicamente la dificultad de un reactivo puede elaborar dos exámenes equivalentes en dificultad pero con contenidos cualitativamente distintos.

Existen manuales dedicados a la redacción de exámenes. Muchas veces estos se ocupan principalmente de la presentación de los exámenes. Su principal objetivo es evitar que se atente en contra de la validez de los reactivos. Un ejemplo de tales métodos se encuentra en un trabajo de Roid y Haladyna (1982) en el cual se discute desde como elaborar distractores eficaces para exámenes de opción múltiple hasta la forma correcta de ordenar reactivos en un examen. El problema con estos métodos consiste en que no se analizan a fondo los contenidos y propiedades de los procedimientos o habilidades evaluados y su tratamiento es solamente formal.

Los problemas mencionados acerca de las carencias de las aproximaciones tradicionales en el área de elaboración de exámenes, son más evidentes dentro del área de la evaluación de

procedimientos. Anderson (1983) distingue dos tipos de conocimiento: declarativo y procedural (también llamado procedimental o algorítmico). El conocimiento declarativo se refiere a hechos y eventos que podemos recordar; el conocimiento procedural se refiere a aquel conocimiento que nos permite resolver tareas en las cuales deben seguirse reglas o secuencias ordenadas de acciones para poder resolverlas. Ejemplo de tareas que involucran conocimiento procedural son la división de dos cantidades, el balanceo de ecuaciones químicas o incluso el llevar a cabo ciertos trámites burocráticos. Resulta evidente que no es lo mismo elaborar un examen de historia que uno sobre división; en el primer caso, bastaría con seguir los lineamientos de Roid y Haladyna para confeccionar un buen examen sin embargo, en el segundo caso, serían necesarias todas las virtudes de las técnicas de redacción de reactivos, de tratamiento estadístico y aun así no resultaría suficiente.

Solano (1989) señala tres deficiencias principales en la elaboración tradicional de exámenes utilizados para evaluar conocimiento procedural: En primer lugar, no existen razones que justifiquen la utilización de un número determinado de reactivos en la elaboración de exámenes. Resulta difícil saber si los reactivos empleados son suficientes para evaluar una destreza particular o si, por el contrario, los reactivos son excesivos. En segundo lugar, no existe una técnica que permita estimar apriorísticamente la dificultad de un reactivo sustentada en las características o propiedades intrínsecas de la tarea que se desea evaluar. Cabe mencionar aquí que tampoco existen criterios efectivos que permitan clasificar o agrupar reactivos de acuerdo a características intrínsecas al propio procedimiento.

Por último no existe un medio eficaz que permita saber si se han cubierto exhaustivamente los aspectos cruciales de aquello que se pretende evaluar. En una investigación (Solano 1985) descubrió que aun sujetos expertos eran incapaces de elaborar exámenes exhaustivos de contenidos procedurales. Se observó también que éstos asignaban cantidades excesivas, o por el contrario, deficientes de reactivos al elaborar exámenes. Puede deducirse que en la actualidad, la elaboración de exámenes para la evaluación de procedimientos es una tarea principalmente artesanal.

En los últimos años la elaboración de modelos de representación de conocimiento han tenido gran desarrollo (Groen y Parkman 1982). Importantes avances se han registrado también en el área de la informática y la inteligencia artificial. Este cúmulo de información ha tenido efectos importantes sobre la psicología, por ejemplo, la representación de tareas complejas mediante lenguajes de programación y otras técnicas de representación gráfica como los diagramas de flujo y los grafos ha sido empleada en el área de la psicología educativa con fines instruccionales (Horabin 1978).

El empleo de técnicas de representación gráfica ha sido utilizada recientemente para elaborar exámenes de conocimiento procedural (Solano 1989). Solano diseña una técnica de diseño lógico de exámenes (en adelante DLE). Esta técnica se basa en el empleo de diversos métodos de representación gráfica, y de acuerdo con las

investigaciones efectuadas a la fecha (Solano 1989) y (Pulido 1990 y 1991), se ha observado que la técnica permite paliar algunas deficiencias de los métodos tradicionales empleados en la elaboración de exámenes de conocimiento procedural. A continuación se presenta un panorama general sobre la técnica de DLE.

FUNDAMENTOS DEL DISEÑO LOGICO DE EXAMENES

El diseño lógico de exámenes consta de tres fases:

- 1) Formalización del procedimiento: en esta primera etapa, se analiza el procedimiento que se desea evaluar mediante su representación gráfica en un diagrama de flujo. Esta fase permite describir las relaciones que existen entre los elementos que constituyen un procedimiento e identificar a estos elementos.
- 2) Análisis de las variables: en esta etapa se analiza el procedimiento que se desea evaluar mediante su representación en un árbol expansivo. En esta fase es posible identificar cuántos y que tipos de reactivos se requieren para evaluar el aprendizaje de un procedimiento
- 3) Generación y análisis lógico de reactivos: en esta etapa se emplean tanto el diagrama de flujo como el árbol expansivo para elaborar y describir cualitativa y cuantitativamente a los reactivos del examen.

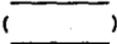
PRIMERA FASE: FORMALIZACION DEL PROCEDIMIENTO

Como se comentó anteriormente, la técnica de DLE esta diseñada para elaborar exámenes de habilidades procedurales. La principal característica de todo procedimiento es la existencia de una secuencia de pasos o decisiones. Estos pueden considerarse como acciones físicas o mentales concretas, dichas acciones producen una transformación en el problema que se pretende resolver. Ejemplos de pasos (también llamados operaciones) pueden ser: "tomar una cifra del multiplicando", "oprimir el botón" o "llenar la forma A". Las decisiones son preguntas que se contestan de forma dicotómica y cuya respuesta depende de la secuencia de acciones que se sigue al aplicar el procedimiento. Ejemplos de decisiones pueden ser: "¿ hay más cifras en el multiplicando ?", "¿ se alcanzó el peso deseado ?", "¿ el solicitante es casado ?".

En esta fase, la toma de decisiones, los pasos de un

procedimiento y las relaciones entre estos son representados mediante un diagrama de flujo. La elaboración de diagramas de flujo ha sido ampliamente descrita por diversos autores como Horabin (1978) y Martin y McClure (1985) y por lo tanto no serán expuestos en detalle aquí, sin embargo se presentarán algunas ideas generales.

COMPONENTES DE UN DIAGRAMA DE FLUJO

| SIMBOLO | NOMBRE | SIGNIFICADO |
|--|------------------|--|
|  | Terminal | Indica el principio o la finalización del procedimiento. Solo debe contener una palabra INICIO o la palabra ALTO, según el caso. |
|  | Operación | Denota un paso o actividad concreta a realizar. |
|  | Flecha | Señala un orden temporal o de secuencia entre los elementos del diagrama. |
|  | Decisión | Plantea una pregunta que sólo puede ser contestada mediante un SI o un NO por parte de quien utiliza el diagrama. |
|  | Entrada de Datos | Establece una convención, un código, una serie de datos específicos. |

BASES DE DIAGRAMACION

- 1) El procedimiento tiene un principio y un fin, representados, respectivamente, por los módulos terminales INICIO y ALTO. Se llega a ALTO cuando el problema está resuelto o la tarea esta concluida.
- 2) Todos los elementos del diagrama están unidos: no hay elementos inconexos.

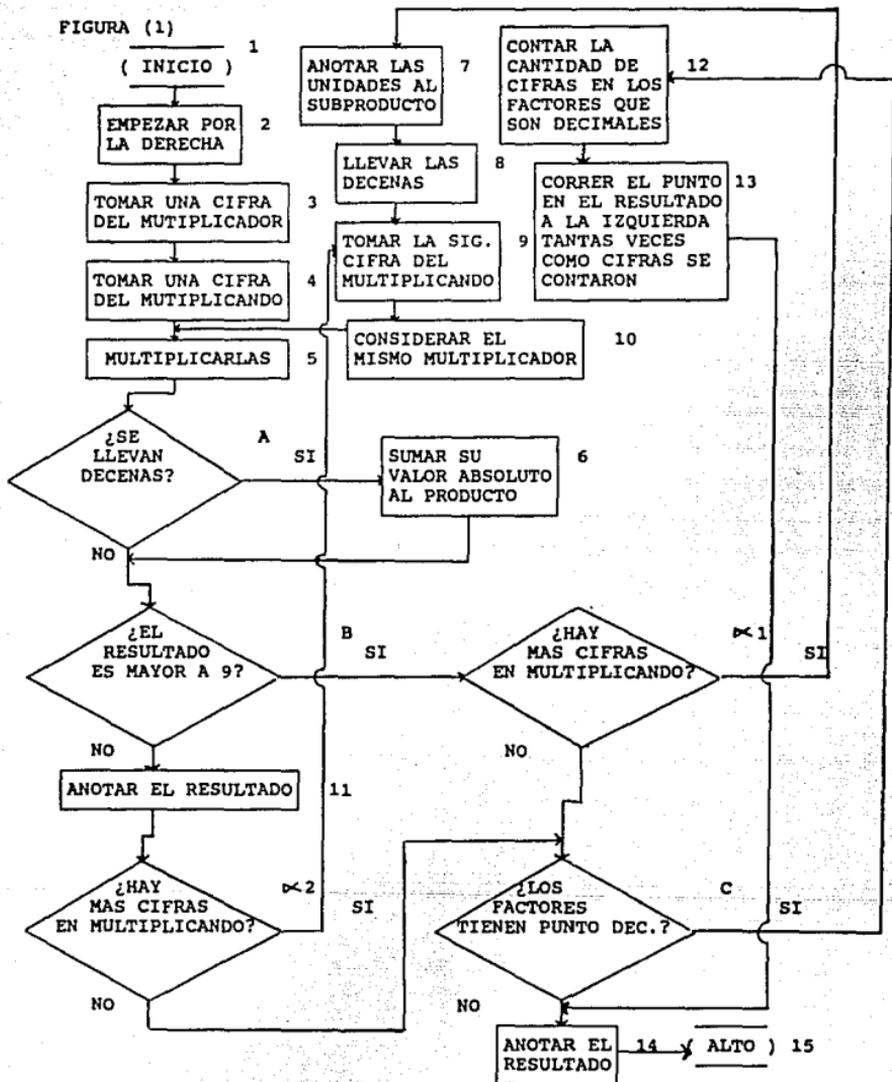
- 3) Con excepción de INICIO, a todos los elementos del diagrama les llega cuando menos una flecha.
- 4) ALTO es el único elemento del que no salen flechas.
- 5) De todas y cada una de las operaciones o entradas de datos sale, forzosamente, una sola flecha.
- 6) De todas y cada una de las decisiones salen forzosamente, dos flechas: una para cada opción (SI y NO).
- 7) Un buen diagrama debe solucionar todas las posibles variantes que pueda contener el procedimiento representado.

Para lograr una buena diagramación, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- A) Puede haber distintos diagramas para un mismo procedimiento sin embargo, el mejor de ellos siempre será el más sencillo y es el que debe elegirse para la formalización del procedimiento
- B) Con la práctica, los sujetos elaboran mejores diagramas por lo que se recomienda elaborar varios antes de elegir aquel que se utilizará para formalizar el procedimiento.
- C) En un diagrama de flujo, los elementos deberán estar dispuestos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, pues así es más fácil su interpretación.
- D) Los textos de los componentes del diagrama, deben ser claros y sencillos. Las decisiones deben estar planteadas como preguntas en forma positiva.
- E) Las flechas de las decisiones deben salir exclusivamente por la derecha o por abajo. La ubicación de los SI y los NO debe seguir un patrón constante en todo el diagrama.
- F) En las operaciones, las flechas de entrada deben llegar por la izquierda o por arriba, y la de salida debe partir por la derecha o por abajo.
- G) El diagrama de flujo debe evitar el exceso de líneas que se cruzan.
- H) Debe procurarse simplificar lo más posible el trazado de líneas.

La idea general en esta primera fase debe ser la de lograr, de acuerdo con los criterios expuestos, la mejor diagramación posible del procedimiento que se desea evaluar. A continuación se presenta la figura 1 en la cual se encuentra el diagrama de flujo de la multiplicación con y sin punto decimal y un solo multiplicador

FIGURA (1)



SEGUNDA FASE: ANALISIS DE VARIABLES

El propósito de esta fase, es elaborar los criterios que permitan saber cuántos y que tipo de reactivos son necesarios para evaluar un procedimiento determinado. El método utilizado para describir reactivos y normar su utilización se basa en las decisiones involucradas en su diagramación, es decir, un reactivo determinado puede representarse de acuerdo con la forma en que se fueron resolviendo las decisiones que llevaron a su solución. Por ejemplo, al resolver el reactivo .8 x 5 de acuerdo con el diagrama de flujo, se tomaron varias decisiones: 1) ¿se llevan decenas? 2) ¿el resultado es mayor a 9? 3) ¿los factores tienen punto decimal?. Las decisiones solo pueden contestarse dicotómicamente (SI o NO) por lo tanto, un reactivo puede describirse de acuerdo con la forma en que deben de contestarse las decisiones para llegar a su solución, por ejemplo el reactivo anterior podría describirse, de acuerdo con las decisiones expuestas, de la siguiente forma: (Decisión 1: NO, Decisión 2: SI Decisión 3: SI).

En el DLE, se denomina variable lógica, a toda decisión, representada en el diagrama que pueda utilizarse para describir un reactivo de la forma antes expuesta [la razón de esto es que dicha descripción se ajusta al concepto de variable atributo o propiedad que puede adoptar distintos valores, magnitudes o categorías (Kerlinger, 1973)]. Las variables lógicas pueden tomar dos valores Sí o No (1 o -1), o no estar presentes (0) y por tanto, podemos describir al reactivo anterior de este modo (-1 1 1).

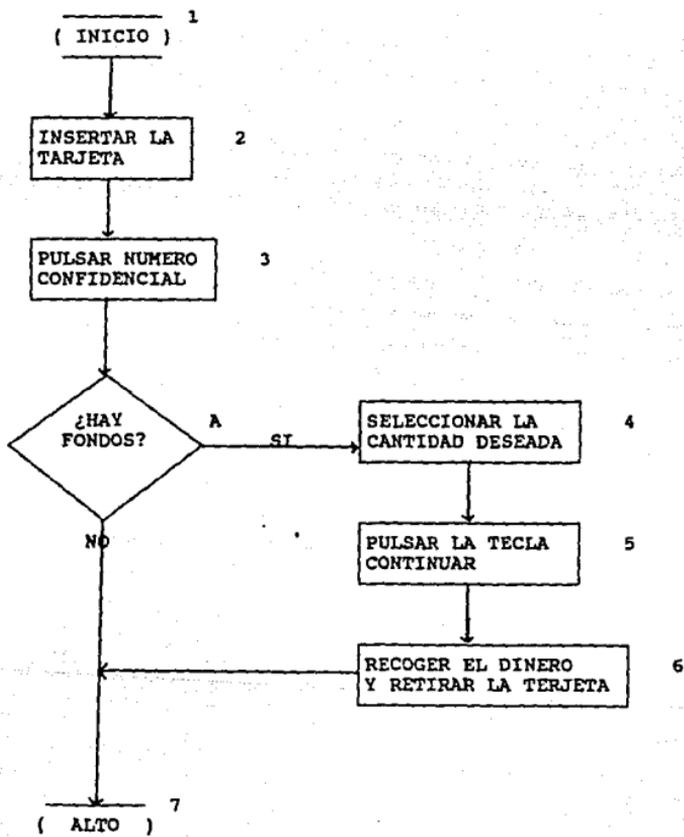
Las decisiones que podemos encontrar al analizar un procedimiento se clasifican en dos grupos principales: 1. decisiones candado 2. decisiones de reconocimiento. En las primeras, la decisión remite a ciclos, es decir envía al usuario a repetir una y otra vez un segmento anterior del diagrama del flujo hasta que se satisface una condición (en programación Basic equivale a la instrucción IF THEN) por ejemplo, el el caso del diagrama de la multiplicación, la decisión ¿ hay mas cifras en el multiplicando ? se repite hasta que la pregunta se puede contestar con un "no" (cuando se han agotado todas las cifras del multiplicando). El segundo tipo de decisiones, no necesariamente remite a segmentos anteriores del procedimiento se distinguen de las anteriores debido a que solamente se utilizan para identificar las características de un problema particular dentro del diagrama general por ejemplo ¿ los factores tienen punto decimal ? o ¿ se llevan decenas ?.

Para la fase de análisis de variables de DLE se toman en cuenta solamente las decisiones de reconocimiento; dentro del diagrama de flujo, se distingue a las decisiones de reconocimiento mediante letras del alfabeto, las decisiones candado se representan mediante letras griegas

Los procedimientos que es posible analizar mediante la técnica de DLE es infinito, sin embargo se pueden clasificar en dos grandes grupos, 1. procedimientos cerrados 2. procedimientos abiertos. En los primeros (vease la figura 1), existe una o varias decisiones

candado, en los segundos no existen dichas decisiones. A continuación (figura 2) se presenta un diagrama de flujo abierto diseñado para representar la secuencia que debe seguirse para recuperar dinero de un cajero automático.

FIGURA (2)



Para efectuar el análisis de variables dentro del DLE se emplea

un metodo descriptivo conocido como árbol expansivo, dicho recurso permite ordenar el diagrama de flujo de forma tal que resulten evidentes las diferentes trayectorias que se pueden seguir en un procedimiento al resolver un problema. La elaboración de árboles expansivos ha sido descrita ampliamente por Solano (1989) por lo que aquí solamente se hará una breve presentación:

BASES DE LA ARBORIZACION

1. Elaborar un diagrama de flujo que sirva de base.
2. Los elementos de un árbol expansivo son los mismos que los de el diagrama de flujo del que procede.
3. Asignar en el diagrama letras latinas a las decisiones de reconocimiento y letras griegas a las decisiones de control. Asignar números a las terminales, entradas de datos y operaciones.
4. Todos los pasos del procedimiento se numeran de acuerdo a su orden de aparición.
5. Las operaciones o pasos se indican mediante cuadros en los que solamente aparece un número, las decisiones se colocan dentro de círculos y se indican mediante letras minúsculas de acuerdo a lo expuesto en el paso 3 (No se deben colocar leyendas o frases en los elementos del árbol, solamente la letra o número que le corresponde). Por ejemplo, una decisión de reconocimiento A en el diagrama de flujo es representada en el árbol expansivo mediante el valor positivo "a" y el valor negativo "-a".
6. La secuencia en la que se deben llevar a cabo los pasos se indica mediante líneas que unen a los elementos del árbol en ramas o trayectorias.
7. Dos ramas del árbol nunca se tocan.
8. Concluir una ramificación en el árbol expansivo, en cualquiera de los siguientes casos: 1. Cuando se llega a la terminal ALTO (cuando una trayectoria lleva a un terminal alto se le denomina trayectoria terminal). 2. Cuando se llega a una operación por la que ya se paso; es decir, una operación que ya apareció en la misma trayectoria. En el primer caso se indica la finalización mediante la palabra alto, en el segundo se emplea una flecha curva que termina en un círculo que indica el elemento del diagrama de flujo al que se remite esa trayectoria.

El árbol expansivo permite enumerar y describir todas las posibles subclases de problemas que contiene un procedimiento. Cada una de las ramas que termina en ALTO (es decir cada trayectoria terminal) describe sintéticamente una secuencia de decisiones y pasos determinados, por ejemplo la trayectoria "a" (vease la tabla 1) describe a un reactivo o a una parte de un reactivo en el cual: se llevan decenas, el resultado

TABLA (1) TRAYECTORIAS DE DECISIONES

| TRAYECT. | DEC.A | DEC.B | DEC.C |
|----------|-------|-------|-------|
| a | +1 | +1 | +1 |
| b | +1 | +1 | -1 |
| e | +1 | -1 | +1 |
| f | +1 | -1 | -1 |
| i | -1 | +1 | +1 |
| j | -1 | +1 | -1 |
| o | -1 | -1 | +1 |
| n | -1 | -1 | -1 |

DECISION A : ¿ Se llevan decenas ?

DECISION B : ¿ El resultado es mayor a 9 ?

DECISION C : ¿ Los factores tienen punto decimal ?

 En esta tabla se presentan las diferentes trayectorias de
 decisiones (arreglos) que se derivan del análisis de árbol
 expansivo. Las diferentes trayectorias se resumen en letras
 minúsculas (a, b, etc...) con la finalidad de facilitar su
 manejo.

De tal forma que una rama del árbol puede describirse como (1 1 1) o (1 1 -1) etc.. las ramas a su vez, pueden describirse mediante letras, por ejemplo la rama (1 1 1) puede ser la letra "a" y la rama (1 1 -1) la letra "b" y así sucesivamente. Un reactivo cualquiera puede describirse de acuerdo con las trayectorias o ramas diferentes del árbol que se siguen al resolverlo por ejemplo, al resolver el reactivo 18.6 x 3 se siguen las ramas (-1 1 -1) (1 1 -1) y (1 -1 1) que pueden ser descritas en su conjunto como (j b e) donde cada letra corresponde a una de las secuencia de decisiones anteriores. A cada secuencia de decisiones se le llama ARREGLO, al conjunto de arreglos que describen un reactivo se le llama ARREGLO MULTIPLE (en adelante ARR) la cantidad de arreglos diferentes es igual a la cantidad de subclases de problemas que un procedimiento puede contener por lo tanto para efectuar una evaluación exhaustiva con el número justo de reactivos necesarios para estos fines, se deben considerar tantos reactivos en el examen como combinaciones de arreglos puedan existir.

TABLA (2)

ARREGLOS REACTIVOS

| | |
|-----|-------------------------|
| j | (5 X 4), (3 X 9) |
| n | (8 X 1), (4 X 2) |
| i | (.7 X 2), (.9 X .8) |
| o | (.6 X 1), (.4 X .2) |
| nn | (33 X 3), (79 X 1) |
| nj | (52 X 4), (91 X 8) |
| jb | (29 X 8), (48 X 7) |
| ni | (.41 X 8), (82 X .3) |
| no | (24 X .2), (3.1 X 3) |
| nnn | (123 X 3), (423 X 2) |
| jfj | (912 X 7), (729 X 2) |
| jbb | (567 X 9), (469 X 8) |
| nno | (213 X .3), (2.31 X .3) |

 En esta tabla se presentan los diferentes arreglos y combinaciones de arreglos y los reactivos que describen

TABLA (3)

| | |
|-------|--|
| jbf | (189 X 4), (377 X 2) |
| njf | (241 X 3), (393 X 2) |
| jba | (16.4 X 8), (.583 X 6), (966 X .5), (.354 X .8) |
| jfi | (5.19 X .4), (73.7 X 2) |
| nje | (3.63 X 2), (47.3 X .2) |
| nnnn | (3213 X 3), (4342 X 2) |
| jbbb | (5385 X 4), (8542 X 5) |
| nnno | (3123 X .3), (41.24 X .2) |
| jbfj | (8285 X 3), (4179 X 5) |
| jbaa | (26.38 X 9), (5758 X .7) |
| jbfm | (1139 X 7), (3276 X 3) |
| jbfj | (7173 X .5), (9.387 X .2) |
| nnnnn | (24312 X 2), (98769 X 1) |
| jbbbb | (55679 X 8), (34696 X 4) |
| nnnno | (4.3433 X 2), (879.98 X .1) |
| jfjbb | (39516 X 3), (99517 X 4) |
| jbbba | (43.276 X 9), (92983 X .7) |
| jbfmj | (82177 X 4), (74279 X 2) |
| njbfj | (90781 X 9), (60750 X 9) |
| jfjba | (8.6819 X 3), (8893.9 X .2) |
| jbbfi | (9078.9 X 9), (70967 X .8) |
| jbfni | (91158 X .6), (811.67 X .5) |
| njbfj | (7089.1 X 6), (40691 X .9) |

 En esta tabla se presentan los diferentes arreglos y
 combinaciones de arreglos y los reactivos que describen

Al finalizar la fase de análisis de variables se debe 1. tener la representación en árbol expansivo del diagrama de flujo. 2. haber identificado todas las posibles trayectorias que pueden seguirse al resolver cualquier tipo de reactivo del dominio que se desea evaluar.

TERCERA FASE: GENERACION Y ANALISIS LOGICO DE REACTIVOS

Una vez que se han elaborado el diagrama de flujo de un procedimiento y el análisis arboreo del mismo, se puede proceder a generar lógicamente los reactivos que han de conformar un examen. En el DLE, los reactivos se generan buscando o seleccionando aquellos problemas que satisfacen a las descripciones de los arreglos. El análisis lógico de reactivos consiste en 1. identificar la trayectoria seguida al resolver el reactivo. 2. resolver los reactivos de acuerdo con el procedimiento según se le formalizó en la primera fase. En la primera parte, es necesario resolver reactivos individuales y efectuar la descripción de la trayectoria seguida al resolverlos. El conocimiento de las diferentes trayectorias o arreglos que contienen los reactivos permite agruparlos y diferenciarlos de acuerdo con su composición estructural y por lo tanto 1. saber que exactamente evalúa cada reactivo 2. cuáles son los arreglos que deben ser considerados dependiendo de los propósitos del evaluador 3. cuáles son los reactivos que deben incluirse en el examen 4. que reactivos tienen las mismas trayectorias o arreglos y son por lo tanto, estructuralmente equivalentes. El procedimiento general en esta parte consiste en tomar un reactivo cualquiera y resolverlo siguiendo las trayectorias de decisiones que se han organizado mediante el árbol expansivo; cada trayectoria debe anotarse hasta completar el ARR que describe al reactivo, al repetir esta actividad varias veces se obtendrá un banco de reactivos con los diferentes ARR. Una vez que se tiene un banco de reactivos completo (es decir en el cual están todas las posibles combinaciones de arreglos que se identificaron previamente) se procede a seleccionar reactivos representativos de cada ARR; la selección puede hacerse eligiendo solamente los reactivos de mayor interés para el evaluador (lo cual es aconsejable en algunos casos ya que el número de posibles combinaciones de arreglos puede ser muy grande) o si se desea una evaluación exhaustiva considerando todos los ARR diferentes.

El DLE proporciona, no solo criterios cualitativos para describir y clasificar reactivos para conformar exámenes, también es posible determinar lógicamente la complejidad estructural de los reactivos. Como se ha venido exponiendo, un reactivo determinado puede describirse mediante una o varias secuencias de decisiones o arreglos, la cantidad de trayectorias diferentes que describen un reactivo es empleada en el DLE como un estimador de la complejidad estructural de un reactivo. A la cantidad de trayectorias diferentes que componen al ARR que describe a un reactivo se le denomina GRADO MULTIPLE (en adelante GRA) por ejemplo un reactivo cuyo arreglo múltiple fuese (1 -1 -1) (-1 1

1) tiene así mismo, un valor de GRA de 2. Por otro lado, un reactivo cuyo ARR fuese $(-1 -1 -1)$ $(-1 -1 -1)$ tiene un valor de GRA de 1 ya que, aunque se siguen dos secuencias de decisiones (arreglos) para describir al reactivo, ambas son iguales y por lo tanto solo hay una trayectoria diferenciada.

En el DLE existe otra forma que permite estimar lógicamente la complejidad estructural de un reactivo esto se consigue al resolver éste siguiendo los pasos del diagrama de flujo que se empleó para formalizar el procedimiento. Como se mencionó anteriormente, se puede clasificar a todos los procedimientos en dos grandes grupos abiertos y cerrados, en todos los procedimientos cerrados existe lo que se denominó decisiones candado es decir, se trata de alternativas que remiten a partes anteriores del diagrama de flujo en tanto no se cumpla una condición determinada. Los procedimientos cerrados son llamados también cíclicos, la cantidad de ciclos o iteraciones que es necesario recorrer antes de resolver un reactivo, al seguirlo en el diagrama de flujo es empleado para estimar la complejidad estructural que puede tener un reactivo. Se asume que existe una relación directa entre el número de ciclos o veces que es necesario repetir un misma parte del diagrama de flujo y la complejidad de dicho reactivo. Al número de ciclos o veces que hay que aplicar un procedimiento para resolver un problema determinado se le denomina ITERATIVIDAD (en adelante ITE). Cabe mencionar aquí que solamente en procedimientos cerrados es posible estimar la complejidad de los reactivos de acuerdo con los valores de ITE, ya que solamente en estos últimos será posible tener ciclicidad (y por lo tanto iteraciones) y más de un arreglo (y por lo tanto un grado que sea múltiple). En todos los procedimientos abiertos el valor de ITE y GRA es siempre de 1, mientras que en los cerrados el valor de estos estimadores puede ser de uno o más de uno.

Como se mencionó, el DLE proporciona dos criterios cuantitativos ITE y GRA que permiten estimar la complejidad estructural de los reactivos y un criterio cualitativo ARR que permite clasificarlos de acuerdo con características o propiedades de los reactivos. Se asume que la relación entre los estimadores cuantitativos ITE y GRA y el promedio de errores que pueden cometer los alumnos en un reactivo (en adelante DIF) es directa, es decir, mientras mayor sea el valor de los estimadores mayor será la dificultad empírica de un reactivo. En lo que respecta a ARR, se asume que puede emplearse para determinar que reactivos son estructuralmente equivalentes y se asume así mismo que reactivos equivalentes producen ejecuciones semejantes en cuanto a DIF.

Al elegir los reactivos que conformarán el examen deben considerarse dos aspectos fundamentales, 1. garantizar que se incluyan todos los reactivos con diferentes ARR que permitan evaluar todos los aspectos que se desea evaluar 2. presentar todas las posibles combinaciones de ITE y GRA dentro de los niveles de complejidad cuantitativa que se hayan elegido.

TABLA (4) REACTIVOS AGRUPADOS SEGUN SUS VALORES DE ITERATIVIDAD Y GRADO MULTIPLE

GRADO MULTIPLE

1

2

| | | |
|-----|---------------------|----------------------|
| I | 5 X 4 (j) (11, 3) | |
| T 1 | 3 X 9 (j) (12, 1) | |
| E | 8 X 1 (n) (14, 1) | |
| R | 4 X 2 (n) (13, 3) | |
| A | .7 X 2 (i) (19, 2) | |
| T | 9 X .8 (i) (19, 1) | |
| I | .6 X 1 (i) (9, 3) | |
| V | .4 X .2 (i) (10, 1) | |
| I | | |
| D | 33 X 3 (nn) (12, 1) | 52 X 4 (nj) (15, 1) |
| A | 79 X 1 (nn) (12, 2) | 91 X 8 (nj) (15, 2) |
| D 2 | | 29 X 8 (jb) (14, 3) |
| | | 48 X 7 (jb) (14, 2) |
| | | .41 X 8 (ni) (4, 1) |
| | | 82 X .3 (ni) (3, 3) |
| | | 24 X .2 (no) (6, 1) |
| | | 3.1 X .3 (no) (5, 3) |
| | | 36 X .7 (ja) (2, 3) |
| | | .65 X .3 (ja) (2, 2) |

 En esta tabla se presentan aquellos reactivos cuyo valor de ITE es de uno y dos y cuyo valor de GRA es así mismo de uno y dos. Se presenta también el arreglo múltiple que describe al reactivo y la ubicación de dicho reactivo en cada una de las tres versiones del examen.

TABLA (5) REACTIVOS AGRUPADOS SEGUN SUS VALORES DE ITERATIVIDAD Y GRADO MULTIPLE

GRADO MULTIPLE

| | 1 | 2 |
|---|--------------------------|----------------------------|
| I T E 3 R A T I V I D A D 5 | 123 X 3 (nnn) (24, 1) | 912 X 7 (jffj) (18, 2) |
| | 423 X 2 (nnn) (23, 3) | 729 X 2 (jffj) (18, 3) |
| | | 567 X 9 (jbb) (25, 2) |
| | | 469 X 8 (jbb) (25, 1) |
| | | 213 X .3 (nno) (1, 3) |
| | | 2.31 X .3 (nno) (2, 1) |
| | 3213 X 3 (nnnn) (20, 3) | 5385 X 4 (jbbb) (4, 2) |
| | 4342 X 2 (nnnn) (20, 2) | 8542 X 5 (jbbb) (4, 3) |
| | | 3123 X .3 (nnno) (10, 3) |
| | | 41.24 X .2 (nnno) (10, 2) |
| | 24312 X 2 (nnnnn) (7, 2) | 55679 X 8 (jbbbbb) (9, 2) |
| | 98769 X 1 (nnnnn) (7, 1) | 34696 X 4 (jbbbbb) (9, 1) |
| | | 4.3433 X 2 (nnnno) (7, 2) |
| | | 879.98 X .1 (nnnno) (8, 1) |

 En esta tabla se presentan aquellos reactivos cuyo valor de ITE es de tres cuatro y cinco y cuyo valor de GRA es así mismo de uno y dos. Se presenta también el arreglo múltiple que describe al reactivo y la ubicación de dicho reactivo en cada una de las tres versiones del examen.

TABLA (6) REACTIVOS AGRUPADOS SEGUN SUS VALORES DE ITERATIVIDAD Y GRADO MULTIPLE

GRADO MULTIPLE

3

4

| | | |
|-----|----------------------------|----------------------------|
| I | 189 X 4 (jbf) (23, 1) | |
| T 3 | 377 X 2 (jbf) (23, 2) | |
| E | 241 X 3 (njf) (25, 3) | |
| R | 393 X 2 (njf) (26, 1) | |
| A | 16.4 X 8 (jba) (3, 1) | |
| T | .583 X .6 (jba) (3, 2) | |
| I | 5.19 X .4 (jfi) (13, 2) | |
| V | 73.7 X 2 (jfi) (13, 1) | |
| I | 966 X .5 (jba) (11, 2) | |
| D | .354 X .8 (jba) (11, 1) | |
| A | 3.63 X 2 (nje) (22, 1) | |
| D | 47.3 X .2 (nje) (23, 3) | |
| | 8285 X 3 (jbfj) (6, 3) | 1139 X 7 (jbfjn) (8, 3) |
| | 4179 X 5 (jbfj) (6, 2) | 3276 X 3 (jbfjn) (8, 2) |
| 4 | 26.38 X 9 (jbbba) (15, 3) | 7173 X .5 (jbbfi) (1, 2) |
| | 5758 X .7 (jbbba) (16, 1) | 9.387 X .2 (jbbfi) (1, 1) |
| | 39516 X 3 (jfjbb) (24, 2) | 82177 X 4 (jbfjn) (18, 1) |
| | 99517 X 4 (jfjbb) (24, 3) | 74279 X 2 (jbfjn) (17, 3) |
| 5 | 43.276 X 9 (jbbba) (22, 2) | 90781 X 9 (njbfj) (16, 2) |
| | 92983 X .7 (jbbba) (22, 3) | 60750 X 9 (njbfj) (16, 3) |
| | | 8.6819 X 3 (jfjba) (5, 2) |
| | | 8893.9 X .2 (jfjba) (5, 1) |
| | | 9078.9 X 9 (jbbfi) (17, 2) |
| | | 70967 X .8 (jbbfi) (17, 1) |

 En esta tabla se presentan aquellos reactivos cuyo valor de ITE es de tres cuatro y cinco y cuyo valor de GRA es así mismo de tres y cuatro Se presenta también el arreglo múltiple que describe al reactivo y la ubicación de dicho reactivo en cada una de las tres versiones del examen.

TABLA (7) REACTIVOS AGRUPADOS SEGUN SUS VALORES DE ITERATIVIDAD Y GRADO MULTIPLE

GRADO MULTIPLE

5

I
T 5
E
R
A
T
I
V
I
D
A
D

| | |
|-----------------------------|--|
| 91158 X .6 (jbfni) (21, 2) | |
| 811.67 X .5 (jbfni) (21, 1) | |
| 7089.1 X 6 (njbfi) (20, 1) | |
| 40691 X .9 (njbfi) (19, 3) | |

 En esta tabla se presentan aquellos reactivos cuyo valor de ITE es de cinco y cuyo valor de GRA es así mismo de cinco .Se presenta también el arreglo múltiple que describe al reactivo y la ubicación de dicho reactivo en cada una de las tres versiones del examen.

HISTORIA DE LA INVESTIGACION ACERCA DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LA TECNICA DE DLE

A la fecha se han efectuado algunas investigaciones acerca de las propiedades predictivas de los estimadores cuantitativos (ITE y GRA) y cualitativos (ARR) derivados de la técnica de DLE (Solano 1989; Pulido 1990, 1991). Estos estudios constituyen lo que aquí se denomina "la investigación acerca de la capacidad predictiva de la técnica de DLE", y cuyos objetivos han sido principalmente dos: 1. determinar la eficacia de los estimadores ITE y GRA como índices de la complejidad de un reactivo para predecir DIF. Para estimar la eficacia de los predictores cuantitativos derivados de la técnica de DLE, se aplican exámenes elaborados en base a la misma y se observa si incrementos en el valor de los estimadores producen aumentos en DIF. 2. estudiar la capacidad del estimador ARR como índice que permite clasificar reactivos. Para estimar la eficacia de ARR como criterio de clasificación, se aplican los exámenes elaborados mediante la técnica y se observa si reactivos clasificados como estructuralmente equivalentes producen valores de DIF estadísticamente equivalentes.

Se ha hecho énfasis en el estudio de la capacidad predictiva de la técnica de DLE por su importancia en la elaboración de exámenes de dificultad conocida y para el diseño de exámenes paralelos. Otros aspectos relevantes de la técnica tales como su capacidad para efectuar evaluaciones exhaustivas o la posibilidad de estimar el número de reactivos necesarios para una evaluación no son considerados aquí debido a que ameritarían ser tratados individualmente en nuevas investigaciones; por otro lado estos rubros implicarían una comparación directa con métodos evaluativos elaborados con el mismo propósito y objetivos del DLE lo cual plantea dificultades ya que a la fecha, podemos establecer que los métodos evaluativos son complementarios ya que ninguno cubre cabalmente los objetivos para los que fueron creados los otros. De cualquier modo la presente investigación, se centró en la capacidad predictiva de la técnica de DLE porque, la investigación efectuada a la fecha es aún insuficiente para garantizar que los estimadores derivados de la técnica resulten efectivos en distintos procedimientos (es decir que posean validez externa).

En 1989 Solano diseña la técnica de DLE y efectúa la primera investigación acerca de su capacidad predictiva. En dicho estudio se aplicó la técnica de DLE al procedimiento de transformación de números romanos y se registró la eficacia de los parámetros cuantitativos ITE y GRA para estimar DIF así como la posibilidad de determinar equivalencia entre reactivos mediante el estimador cualitativo ARR. Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que, de los estimadores cuantitativos empleados para estimar DIF, solamente ITE posee una capacidad predictiva estadísticamente aceptable. Por otro lado, se determinó que el estimador cualitativo ARR también posee una capacidad predictiva

estadísticamente aceptable que permite utilizarlo para determinar que parejas de reactivos produzcan una ejecución semejante.

En 1990 Pulido toma los reactivos elaborados por Solano para la evaluación del procedimiento transformación de números romanos y evalúa la eficacia de los predictores ITE y GRA como estimadores de tiempo de ejecución. En dicho estudio se determinó que ITE permite estimar el tiempo de ejecución promedio que requiere la solución de un reactivo dado (en adelante TIF), también se confirmó el hecho de que ITE es el estimador que permite la predicción más precisa de TIF.

En 1991 Pulido efectúa una investigación "piloto" en la cual se utiliza la técnica para elaborar exámenes de división con y sin punto decimal. En este estudio se descubre que tanto ITE como GRA permiten predecir DIF con capacidad similar, sin embargo como en el caso de transformación de números romanos, ITE destaca sobre GRA. Se comprueba además que grupos de reactivos estructuralmente equivalentes, de acuerdo con su ARR, producen una ejecución estadísticamente semejante. Cabe mencionar aquí que debido a que este estudio adoleció de diversas deficiencias metodológicas en la aplicación de la técnica y selección del procedimiento no puede considerarse como una replicación sistemática de los procedimientos de Solano al análisis de nuevos procedimientos.

Los resultados obtenidos por Solano, establecieron que, por lo menos en un procedimiento de números romanos, los predictores derivados de la técnica de DLE poseen cualidades estimativas. La investigación de Pulido (1990) confirmó el hecho de que los estimadores derivados de la técnica de DLE permiten una predicción de la ejecución de los sujetos. Por otro lado, las investigaciones descritas anteriormente establecen que el predictor cuantitativo más efectivo es ITE. En vista de estos resultados se obtuvieron tres conclusiones: 1. la capacidad predictiva de la técnica de DLE provee al usuario de criterios que pueden auxiliar la tarea de elaboración de exámenes. 2. la investigación efectuada es aún insuficiente para poder asegurar que los estimadores derivados de la técnica posean propiedades predictivas en una tarea diferente a la de transformación de números romanos. 3. resulta necesario determinar si ITE es consistentemente el mejor estimador de DIF. Dadas estas razones y en vista de que el estudio piloto efectuado por Pulido sugiere que la capacidad predictiva de los estimadores puede extenderse también a otros procedimientos, se decidió efectuar una extensión del trabajo de Solano; es decir, aplicar la técnica de DLE en un procedimiento de multiplicación con y sin punto decimal y evaluar la capacidad predictiva de sus estimadores.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

El objetivo de esta investigación fue efectuar una extensión del trabajo de Solano (1989), es decir aplicar la técnica de DLE en un dominio diferente al de transformación de números romanos y evaluar la capacidad predictiva de sus estimadores. Para estos fines se eligió un nuevo procedimiento (los criterios de dicha elección se especifican en el método), se siguieron estrictamente los pasos de la técnica de DLE, se elaboraron y aplicaron exámenes y se registró la eficacia de los predictores cualitativos y cuantitativos como estimadores de la variable dependiente DIF.

HIPOTESIS

Se manejan tres hipótesis:

H1 . La relación entre el estimador cuantitativo ITE (número de ciclos o veces que hay que aplicar un procedimiento para resolver un reactivo determinado) y DIF (promedio de errores que se cometen en un reactivo dado) es positiva y estadísticamente significativa.

H2. La relación entre el estimador cuantitativo GRA (cantidad de trayectorias diferentes que se siguen para resolver un reactivo determinado) y DIF es positiva y estadísticamente significativa.

H3. La ejecución ante dos grupos de reactivos clasificados como estructuralmente equivalentes de acuerdo con su ARR (secuencia de decisiones que se siguen al resolver un reactivo), medida en términos de DIF, es semejante y dicha semejanza se manifiesta en que la correlación entre ambas ejecuciones es estadísticamente significativa.

METODO

SUJETOS

Se emplearon 210 sujetos hombres y mujeres que en el momento de conducir la investigación cursaban el quinto año de primaria y cuyas edades oscilaron entre los nueve y los once años. Los sujetos se obtuvieron de 4 escuelas oficiales mixtas de la ciudad de México. La muestra de sujetos que se empleó en esta investigación es igual a la empleada por Solano excepto en dos aspectos: 1. los sujetos empleados aquí se eligieron de escuelas oficiales 2. los sujetos empleados en esta investigación fueron de quinto de primaria (Solano empleó sujetos de escuelas particulares de sexto de primaria). Se decidió proceder así debido a que en un piloteo previo (Pulido 1991) se observó que para estimar la capacidad predictiva del DLE no son factores importantes ni la edad de la población ni su procedencia.

MATERIAL

Se elaboraron tres exámenes consistentes en diferentes multiplicaciones. Los exámenes se elaboraron de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Debido a que la investigación de la cual se desea efectuar una extensión utilizó para su estudio un procedimiento que se encuentra dentro del campo de la aritmética básica, el procedimiento que se utilizó en esta investigación también pertenece a este ámbito. 2. Con la finalidad de atenerse lo más posible al método de Solano, se eligió, entre muchos otros, el procedimiento de multiplicación con y sin punto decimal, con un solo multiplicador y con un máximo de 5 multiplicandos. Al elegir el procedimiento descrito anteriormente se tomó en cuenta el que al formalizarse mediante la técnica de DLE, posee características muy similares en tamaño, composición y número de decisiones de reconocimiento a la formalización de Solano de el procedimiento de transformación de números romanos. Por otro lado se consideró el hecho de que se obtienen parámetros cuantitativos y cualitativos similares a los empleados por Solano (1989). Además se tomó en cuenta el que el procedimiento elegido, al igual que el empleado por Solano es un procedimiento cerrado (es decir con decisión candado).

Dadas las razones anteriores se decidió elegir la multiplicación con y sin punto decimal, con un solo multiplicador y un máximo de cinco multiplicandos para efectuar una extensión de los procedimientos de Solano a un dominio diferente al de transformación de números romanos (además se consideró la

importancia de este dominio en los contenidos de primaria como fundamento para el aprendizaje de la división y el álgebra).

Al igual que en el trabajo de Solano, se analizó el procedimiento de acuerdo a la técnica de DLE y se generaron reactivos hasta cumplir los siguientes criterios: 1. tener todas las posibles combinaciones de valores de ITE y GRA estableciéndose 5 como valor máximo para ambas variables y uno como mínimo. 2. tener por lo menos tres reactivos por cada combinación de ITE y GRA con idéntico ARR.

Una vez satisfechos los criterios, se eligió aleatoriamente parejas de reactivos, idénticos cuantitativa y cualitativamente, de tal forma que en los exámenes están presentes todas las posibles combinaciones de ITE y GRA en por lo menos dos reactivos con idéntico ARR (no se eligieron todas las posibles combinaciones de ARR debido a que hubieran resultado excesivas y no resultaba relevante para los fines del estudio). Una vez concluido el proceso de elección de parejas de reactivos se obtuvo una muestra de 76 reactivos (38 parejas) que se acomodaron en tres exámenes diferentes (cabe destacar que el total de combinaciones arrojaba un total de 74 reactivos pero se añadió una pareja extra repetida para completar el número de reactivos que se deseaba en cada examen). Se asignó a los reactivos a los exámenes de forma tal que no quedaran parejas de reactivos idénticos dentro de un mismo examen, una vez hecho esto, se aleatorizó el orden de presentación de los reactivos dentro de cada uno de los exámenes.

El resultado de estas manipulaciones fueron tres exámenes diferentes, dos con 25 reactivos y uno con 26. La cantidad de reactivos en cada examen y el número de los mismos se eligió de forma tal que la solución del mismo no excediese de 20 minutos. En la figura 4 se muestra un ejemplo del de una de las tres versiones de examen que se aplicaron.

PROCEDIMIENTO

Los exámenes se aplicaron de forma colectiva en cuatro escuelas oficiales de la ciudad de México. Se tuvo la precaución de aplicar las tres versiones del examen en cada grupo que se evaluó, de forma tal que cada versión del examen le correspondió a una tercera parte de ese grupo. No existieron limitaciones de tiempo para resolver los exámenes y las instrucciones fueron las mismas para todos los grupos " El examen que se les entregará a continuación contiene diferentes problemas de multiplicación con y sin punto decimal. Ustedes deben contestar lo mejor posible y no dejar ningún reactivo sin contestar. Anoten sus resultados con claridad, resuelvan individualmente y en silencio. En cuanto terminen su examen levanten la mano para que se les recoja, muchas gracias".

NOMBRE: _____ GRADO: _____ EDAD: _____

SEXO: M F ESCUELA _____

LEA LAS INSTRUCCIONES CON CUIDADO Y LEVANTE LA MANO SI TIENE DUDAS.

Resuelva con cuidado las siguientes multiplicaciones. Trabaje en orden (los ejercicios están numerados) y anote los resultados con claridad. No hable con nadie mientras resuelve y levante la mano al terminar o si tiene alguna duda.

EXAMEN 1

$$\begin{array}{r} 1) \quad 9.387 \\ \times .2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8) \quad 879.98 \\ \times .1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2) \quad 2.31 \\ \times .2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9) \quad 34696 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3) \quad 16.4 \\ \times 8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10) \quad .4 \\ \times .2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4) \quad .41 \\ \times 8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11) \quad .354 \\ \times .8 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5) \quad 88939.9 \\ \times .2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12) \quad 3 \\ \times 9 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6) \quad 24 \\ \times .2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13) \quad 73.7 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7) \quad 98769 \\ \times 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14) \quad 8 \\ \times 1 \\ \hline \end{array}$$

V(1)

- | | |
|---|---|
| <p>15) 52 x 4 -----</p> | <p>24) 123 x 3 -----</p> |
| <p>16) 5758 x .7 -----</p> | <p>25) 469 x 8 -----</p> |
| <p>17) 70967 x .8 -----</p> | <p>26) 393 x 2 -----</p> |
| <p>18) 82177 x 4 -----</p> | |
| <p>19) 9 x .8 -----</p> | |
| <p>20) 7089.1 x 6 -----</p> | |
| <p>21) 811.67 x .5 -----</p> | |
| <p>22) 3.63 x 2 -----</p> | |
| <p>23) 189 x 4 -----</p> | |

FIGURA (4) Ejemplo de una de las tres versiones de examen que se aplicaron.

VARIABLES

Se manipulan las variables independientes ITE (número de ciclos o veces que hay que aplicar un procedimiento para resolver un reactivo determinado) y GRA (cantidad de trayectorias diferentes que se siguen al resolver un reactivo determinado). La variable dependiente es el promedio de errores que se cometen en los reactivos del examen (DIF).

Se manipula también la variable independiente ARR (secuencia de decisiones que se siguen al resolver un reactivo) y se asume que esta predice equivalencia entre reactivos. La equivalencia se mide en términos de la misma variable dependiente (DIF).

ANALISIS DE LOS DATOS

Los exámenes fueron calificados y se obtuvo el promedio de errores que cometieron los alumnos para cada uno de los reactivos (DIF). Una vez terminada la calificación, se puso a prueba la capacidad predictiva individual de ITE y GRA (H1 y H2) mediante el análisis de regresión múltiple lineal (ecuación 1). La finalidad de lo anterior fue comparar el peso individual de las variables independientes en la ecuación de regresión que predice DIF así como establecer si la relación entre los estimadores y la variable dependiente es positiva y estadísticamente significativa.

H1 y H2 : que establecen que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre el valor individual de los estimadores (ITE y GRA) y DIF, fue puesta a prueba según el siguiente modelo lineal de regresión múltiple:

ECUACION 1.

Ecuación de regresión múltiple lineal

$$DIF = A + B1 (\text{ITERATIVIDAD}) + B2 (\text{GRADO MULTIPLE})$$

A = intercepción de la línea predicha por la ecuación con la ordenada

B1 = peso del estimador ITE en la ecuación de regresión

B2 = peso del estimador GRA en la ecuación de regresión.

Se empleó también un coeficiente de correlación parcial (ecuación 2). La razón que llevó a considerar dicho estadístico es que éste permite establecer que tipo y grado de relación existe entre las variables independientes (ITE y GRA) y dependiente (DIF) además, dado que los estimadores cuantitativos están correlacionados ($r(xy) = .626$) resultaba necesario emplear un método que permitiera determinar la influencia de una variable independiente después de eliminar los efectos de la otra (Hays, 1972).

Para establecer si la correlación parcial entre la variable independiente y la dependiente era estadísticamente significativa

(H1 y H2) se empleó la prueba de significancia estadística Z (ecuación 3).

ECUACION 2.

Ecuación de correlación parcial entre dos variables independientes correlacionadas y una dependiente

$$r(12.3) = \frac{r_{12} - [(r_{13} \times r_{23})]}{\text{SQR} [(1 - \text{SQ } r_{13})(1 - \text{SQ } r_{23})]}$$

donde r (xy) es el coeficiente de correlación de Pearson

ECUACION 3.

Prueba de significancia estadística Z.

$$Z = r(z) [\text{SQRT} (N - 4)]$$

donde r(z) es el coeficiente de correlación parcial transformado a puntaje Z.

Para probar la H3 que se refiere a la posibilidad de predecir equivalencia entre reactivos se agrupó a los ítems de forma tal que se obtuvieran dos grupos de reactivos estructuralmente equivalentes (cada uno de ellos con su respectivo valor de DIF). Una vez hecho esto se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson entre ambos grupos de DIF para establecer que grado de asociación existía entre las dos ejecuciones (ecuación 4). Para establecer si dicha relación era estadísticamente significativa se obtuvo una prueba de significancia estadística t (ecuación 5).

ECUACION 4.

Coefficiente de correlación de Pearson

$$r(xy) = \frac{n[\text{SUM}(xy)] - (\text{SUM}x)(\text{SUM}y)}{\text{SQR} [n(\text{SUM } x^2) - (\text{SUM } x)^2][n(\text{SUM } y^2) - (\text{SUM } y)^2]}$$

ECUACION 5.
Prueba de significancia estadística t.

$$t = \frac{r(xy) \text{ SQR}(n-2)}{\text{SQR}(1 - [r(xy)]^2)}$$

donde $r(xy)$ es el coeficiente de correlación de Pearson

Cabe mencionar aquí que debido a que en el diseño de Solano se aplicó una misma versión de examen a todos sus sujetos, pudo utilizar también, el coeficiente Phi derivado del análisis de Chi cuadrada. Dicho coeficiente fue empleado para establecer el valor asociativo de cada pareja de reactivos individuales. Debido a que el procedimiento analizado en esta ocasión favorecía la utilización de varios exámenes, para la obtención de los requerimientos muestrales, no fue posible obtener ejecución ante reactivos equivalentes de un mismo sujeto y por lo tanto replicar estos resultados (lo anterior se debe a que mientras que 69 reactivos de números romanos se resuelven en un promedio de 25 minutos, apenas 25 multiplicaciones se resuelven en ese período de tiempo por lo que es forzoso dividir los reactivos en diferentes versiones).

RESULTADOS

ANALISIS DE REGRESION

En la tabla 8 se presenta el análisis de regresión múltiple entre las variables independientes ITE y GRA y la variable dependiente DIF.

Se puede apreciar en la tabla 8 que el coeficiente calculado para ITE ($B_1 = -.660$) muestra que el efecto de dicha variable es mínimo. En la misma tabla se puede apreciar que el coeficiente de regresión calculado para la variable independiente GRA ($B_2 = 7.189$) posee comparativamente al valor de B_1 una magnitud mucho mayor, lo que implica que se requiere cambios menores en la variable independiente para conseguir un efecto considerable en DIF. En base a lo anterior se puede afirmar que la capacidad de predecir DIF de GRA es superior a ITE, además se puede apreciar que el efecto de GRA es positivo lo que implica que mientras mayor sea su valor mayor será el promedio de errores que se cometerán en un reactivo dado. También puede apreciarse que el efecto de GRA es estadísticamente significativo de acuerdo a t (3.549 al .0001).

TABLA (8)

ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE EN MULTIPLICACION
CON Y SIN PUNTO DECIMAL [DIF VS ITE + GRADO]

| DEP VAR: DIF | N: 76 | MR: .446 | SQMR: .199 | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------|------------|------|-------|--------|
| ADJUSTED SQMR: .177 | STANDARD ERROR OF EST: 15.548 | | | | | |
| VARIABLE | COEF | STD.ERR | STD.COEF | TOL | T | P(2 T) |
| Constant | 7.545 | 5.111 | .000 | | 1.476 | .144 |
| ITE | -.660 | 1.707 | -.052 | .609 | -.387 | .700 |
| GRA | 7.189 | 2.026 | .477 | .609 | 3.549 | .001 |

COEFICIENTES DE CORRELACION Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

En la tabla 9 se pueden apreciar tres estadísticos correspondientes a multiplicación con y sin punto decimal, en el primero destacan las correlaciones parciales entre las variables dependiente e independientes (correlación de ITE y de GRA con DIF). En este análisis destaca que en los dos casos, con mayor o menor fuerza, la relación entre las variables es positiva. Se puede notar también que la correlación más alta es la correspondiente a GRA con una $r_p = .384$ y la más baja es la correspondiente a ITE con una $r_p = .044$. En el segundo y tercer estadísticos que se presentan en la tabla 9 pueden verse los valores obtenidos de la prueba de hipótesis Z. Se presentan los valores observados de Z y la probabilidad correspondiente a cada uno de ellos. Al observar los datos destaca que GRA mantiene una relación más estrecha con la variable dependiente ya que su valor de r_p GRA = .384 y su valor de $Z = 3.43$ son superiores a los de ITE ($r_p = .044$ y de $Z = .373$) la probabilidad de que la relación entre los datos se deba al azar es más baja para GRA que para ITE ($.000 < .35$). Destaca pues que solamente GRA mantiene una relación estadísticamente significativa con DIF. Estos resultados confirman los obtenidos en el análisis de regresión múltiple lineal (tabla anterior) en el sentido de que la relación más estrecha entre variable dependiente e independiente es la correspondiente a GRA y DIF. Se confirma así mismo que dicha relación es positiva y estadísticamente significativa.

TABLA (9)

RESULTADOS OBTENIDOS EN MULTIPLICACION
CON Y SIN PUNTO DECIMAL (DIF VS ITE, GRA)

| | ITE | GRA |
|-------------|------|------|
| VALOR DE RP | .044 | .384 |
| VALOR DE Z | .373 | 3.43 |
| PROBABILI. | .35 | .000 |

En las tablas 10 y 11 se encuentran los resultados obtenidos por Solano en transformación de números romanos (1989) y por Pulido en el estudio piloto efectuado en la división con y sin punto decimal (1991); al evaluar los resultados obtenidos en estos estudios destaca el hecho de que la capacidad predictiva de los estimadores, varía en cada caso. En el caso de transformación de números romanos (tabla 10) solamente ITE es un buen predictor. En división, con y sin punto decimal (tabla 11), ITE y GRA son ambos buenos predictores.

TABLA (10)

RESULTADOS OBTENIDOS EN
TRANSFORMACION NUMEROS ROMANOS (Solano, 1989)

| | ITE | GRA |
|-------------|-------|------|
| VALOR DE RP | .506 | .013 |
| VALOR DE Z | 4.493 | .112 |
| PROBABILI. | .000 | .452 |

TABLA (11)

RESULTADOS OBTENIDOS EN
DIVISION CON Y SIN PUNTO DECIMAL (piloto)

| | GLOBAL | ITE | GRA |
|-------------|--------|-------|-----|
| VALOR DE RP | .328 | .206 | |
| VALOR DE Z | 3.059 | 1.921 | |
| PROBABILI. | .000 | .02 | |

II. EJECUCION ANTE REACTIVOS FORMALMENTE EQUIVALENTES

La correlación entre dos ejecuciones ante reactivos estructuralmente equivalentes para la multiplicación con y sin punto decimal (tabla 12) es de ($r = .634$) misma que no difiere mayormente de la de números romanos (tabla 14) ($r = .684$). Ambas son superiores a la correlación entre dos ejecuciones ante reactivos estructuralmente equivalentes para el caso de la división con y sin punto decimal (tabla 16) ($r = .518$). Se aprecia que, en base a la prueba de hipótesis t empleada para establecer la validez del coeficiente de correlación, todas las relaciones son estadísticamente significativas (tablas 13, 15 y 17). Destaca de estos resultados que dos ejecuciones ante reactivos estructuralmente equivalentes manifiestan una correlación que es estadísticamente significativa tanto en una tarea de transformación de números romanos como en otra de multiplicación con y sin punto decimal.

TABLA (12)
CORRELACION ENTRE DOS EJECUCIONES ANTE REACTIVOS ESTRUCTURALMENTE EQUIVALENTES EN MULTIPLICACION CON Y SIN PUNTO DECIMAL

| | r1 | r2 |
|----|-------|-------|
| r1 | 1.000 | |
| r2 | .634 | 1.000 |

TABLA (13) VALIDEZ DEL COEFICIENTE DE CORRELACION EN MULTIPLICACION CON Y SIN PUNTO DECIMAL

| | | | |
|----------------|--------------|---------------|------------------------------------|
| t obs. = 4.915 | > t c.=2.021 | se rechaza Ho | prob.=.05 (2 colas) |
| " | " | > t c.=2.704 | se rechaza Ho prob.=.01 (2 colas) |
| " | " | > t c.=3.551 | se rechaza Ho prob.=.001 (2 colas) |

TABLA (14)
CORRELACION ENTRE DOS EJECUCIONES ANTE REACTIVOS ESTRUCTURALMENTE EQUIVALENTES EN TRANSFORMACION DE NUMEROS ROMANOS

| | r1 | r2 |
|----|-------|-------|
| r1 | 1.000 | |
| r2 | .684 | 1.000 |

TABLA (15)
VALIDEZ DEL COEFICIENTE DE CORRELACION EN TRANSFORMACION DE NUMEROS ROMANOS

| | |
|---------------|--|
| t obs. = 3.50 | > t c.=2.145 se rechaza Ho prob.=.05 (2 colas) |
| " " | > t c.=2.977 se rechaza Ho prob.=.01 (2 colas) |

TABLA (16)
CORRELACION ENTRE DOS EJECUCIONES ANTE REACTIVOS ESTRUCTURALMENTE EQUIVALENTES EN DIVISION CON Y SIN PUNTO DECIMAL

| | r1 | r2 |
|----|-------|-------|
| r1 | 1.000 | |
| r2 | .518 | 1.000 |

TABLA (17)
VALIDEZ DEL COEFICIENTE DE CORRELACION EN DIVISION CON Y SIN PUNTO DECIMAL

| | |
|----------------|--|
| t obs. = 3.478 | > t c.=2.021 se rechaza Ho prob.=.05 (2 colas) |
| " " | > t c.=2.704 se rechaza Ho prob.=.01 (2 colas) |

En la tabla 18 se presentan las parejas de reactivos equivalentes para reactivos con y sin punto decimal, se presenta el valor de ITE y GRA de cada pareja así como el promedio de errores que los sujetos cometieron en cada una de los miembros de la pareja.

TABLA (18)

PAREJAS DE REACTIVOS AGRUPADOS POR ITE Y GRA Y LOS RESPECTIVOS VALORES DE DIF.

REACTIVOS CON PUNTO DECIMAL PAREJAS DE REACTIVOS SIN PUNTO D.

| ITE | GRA | DIF1 | DIF2 | ITE | GRA | DIF1 | DIF2 |
|------|-----|------|-------------|------|-----|------|-------------|
| P 1 | 4 | 4 | 34.61 25.64 | P 6 | 4 | 2 | 17.94 10 |
| P 2 | 3 | 2 | 12.83 21.79 | P 9 | 4 | 3 | 5.12 8.57 |
| P 3 | 2 | 2 | 41.02 18.57 | P 10 | 5 | 1 | 2.56 3.84 |
| P 4 | 3 | 3 | 38.46 37.17 | P 12 | 4 | 4 | 10.25 7.14 |
| P 5 | 2 | 2 | 15.71 38.46 | P 13 | 5 | 2 | 10.25 44.87 |
| P 7 | 5 | 4 | 32.05 34.61 | P 17 | 1 | 1 | .00 1.29 |
| P 8 | 2 | 2 | 30 38.46 | P 18 | 2 | 1 | .00 2.85 |
| P 11 | 5 | 2 | 22.85 21.79 | P 20 | 1 | 1 | 4.28 .00 |
| P 14 | 1 | 1 | 8.57 73.01 | P 21 | 2 | 2 | 19.23 8.57 |
| P 15 | 4 | 2 | 39.74 18.57 | P 22 | 2 | 2 | 5.12 5.12 |
| P 16 | 3 | 3 | 34.61 39.74 | P 24 | 5 | 4 | 26.92 22.85 |
| P 19 | 3 | 3 | 37.17 42.30 | P 26 | 5 | 4 | 15.94 14.10 |
| P 23 | 4 | 3 | 45.71 32.05 | P 27 | 3 | 2 | 12.82 5.79 |
| P 25 | 5 | 4 | 47.43 71.79 | P 30 | 4 | 1 | 9.90 4.28 |
| P 28 | 1 | 1 | 26.92 30.76 | P 34 | 3 | 3 | 16.66 7.69 |
| P 29 | 5 | 5 | 45.71 46.15 | P 35 | 3 | 1 | 4.28 2.56 |
| P 31 | 5 | 5 | 39.74 43.58 | P 36 | 5 | 3 | 20.51 24.28 |
| P 32 | 3 | 3 | 28.57 30.76 | P 37 | 3 | 2 | 23.07 41.02 |
| P 33 | 5 | 3 | 51.9 54.28 | P 38 | 3 | 3 | 12.85 11.53 |

DISCUSION

La H1 que establece que ITE y DIF mantienen una relación positiva y estadísticamente significativa se rechaza, esto implica que no puede utilizarse preferentemente a este estimador para predecir ejecución en un procedimiento diferente al de transformación de números romanos. En vista de los resultados obtenidos por Solano (1989) este resultado implica que la capacidad predictiva del estimador cuantitativo ITE depende del procedimiento en que se use.

La H2 que establece que GRA mantiene una relación positiva y estadísticamente significativa con DIF se acepta. Este resultado es opuesto al obtenido por Solano en tareas de transformación de números romanos ya que, como se señaló anteriormente (tabla 10) dicho autor encuentra que GRA no mantiene una relación estadísticamente significativa con DIF. Lo anterior confirma que no puede utilizarse preferentemente a uno solo de los estimadores cuantitativos de la técnica de DLE para estimar DIF y que la capacidad predictiva cuantitativa de la misma depende del procedimiento en que se use. Por otro lado indica que, sí se puede encontrar capacidad predictiva cuantitativa en un procedimiento diferente al de transformación de números romanos.

La H3 que establece que la ejecución ante dos grupos de reactivos estructuralmente equivalentes es estadísticamente semejante se acepta; esto confirma los resultados de Solano e implica que puede emplearse ARR tanto en tareas de transformación de números romanos como en tareas de multiplicación con y sin punto decimal como un criterio efectivo para clasificar reactivos. El aceptar H3 implica además que si se puede encontrar capacidad predictiva cualitativa en un procedimiento diferente al de transformación de números romanos.

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la capacidad predictiva de la técnica de DLE se presenta también en un procedimiento de multiplicación con y sin punto decimal, lo anterior puede afirmarse debido principalmente a dos causas:

1. Por lo menos uno de los predictores cuantitativos mantiene una relación positiva y estadísticamente significativa con DIF.
2. La ejecución ante reactivos estructuralmente equivalentes (de acuerdo a ARR) es así mismo estadísticamente equivalente. Por otro lado, en vista de que ITE no resultó un buen predictor de DIF en un procedimiento de multiplicación con y sin punto decimal se puede afirmar que no resulta práctico utilizar a este estimador de una forma preferente para estimar dicha variable en todo tipo de tareas.

Los resultados obtenidos en este estudio llevan a cuestionar algunas afirmaciones de Solano (1989) con respecto al porqué de

las fluctuaciones en la fuerza predictiva de los estimadores ITE y GRA. Solano atribuye dichas fluctuaciones a dos causas, en primer lugar establece que dado que ITE es un estimador que puede tener un número infinito de valores (en procedimientos cerrados, ITE puede tener un valor máximo infinito) esto, de alguna manera que no llega a precisar, le otorga un valor implícitamente superior a GRA. Este argumento implica que siempre que ITE tenga un valor infinito su capacidad predictiva será superior a la de GRA (es decir, en todo procedimiento cerrado). El argumento es erróneo ya que en el caso de la multiplicación con y sin punto decimal en la cual ITE puede tener un valor infinito se ha demostrado que el mejor predictor de DIF es GRA.

En segundo lugar, Solano afirma que las diferencias predictivas entre ITE y GRA se deben a que, en el caso de transformación de números romanos, GRA puede tomar, comparativamente a ITE, una cantidad de parámetros demasiado pequeña (en su trabajo ITE llega a tener un valor máximo de 7 mientras que GRA apenas tiene un valor de 4) y que, por lo tanto no resulta claro cual es su verdadera capacidad predictiva (esto implica que cuando en los procedimientos que se analice se elija una cantidad de parámetros diferente para ITE o GRA entonces la capacidad predictiva de estos diferirá favoreciendo a aquel con el mayor número de parámetros. Solano sugiere que se ponga a prueba la técnica en procedimientos en los cuales ITE y GRA tengan igual número de parámetros y que dicho número sea lo suficientemente grande como para manifestar plenamente su capacidad predictiva. Los resultados obtenidos en esta investigación contrastados con los de la investigación de Solano indican que la fluctuación en la capacidad predictiva de ITE y GRA no puede deberse exclusivamente a la cantidad de parámetros que se emplean al registrarla. Lo anterior puede afirmarse debido a que en esta investigación ambas variables tomaron un mismo rango paramétrico y aun así se observaron diferencias entre la capacidad predictiva de ambas.

En vista de los resultados obtenidos a la fecha, la opinión del autor, es que las fluctuaciones observadas en la predicción cuantitativa de la técnica de DLE deben plantearse en términos diferentes a los propuestos por Solano. Un aspecto que puede ser considerado es el que se refiere a la forma de aplicar los principios de la técnica. La formalización de procedimientos, vital para el desarrollo de la técnica de DLE resulta, en opinión de éste autor, un tanto laxa ya que es posible, dentro de los límites de la misma formalizar un procedimiento de diferentes formas. Lo anterior deriva en que un mismo procedimiento pueda ser formalizado de diferentes maneras y con diferentes grados de detalle; esto implica que decisiones importantes en la solución del problema puedan ser omitidas y que, por lo tanto la capacidad predictiva cuantitativa de la técnica, la cual esta íntimamente ligada con el número posible de de decisiones, se vea afectada.

Con la finalidad de comprobar si la confección de diferentes diagramas de flujo para un mismo procedimiento afecta la capacidad predictiva de los estimadores ITE y GRA podría efectuarse una investigación en la cual se elaboren diferentes

diagramas de flujo para un mismo procedimiento y se registre la capacidad predictiva de los estimadores derivados de cada uno de los diferentes diagramas de flujo.

PERSPECTIVAS

En vista de la investigación realizada a la fecha, se puede establecer que la técnica de DLE posee una capacidad predictiva que permite al evaluador utilizar dicha técnica para solucionar algunos problemas que se presentan durante el proceso de elaboración de exámenes para la evaluación del aprendizaje de procedimientos. Por ejemplo, cuando resulta necesario evaluar a un gran número de alumnos acerca de un mismo procedimiento, por razones de control es práctico elaborar diferentes versiones de examen. Mediante la técnica de DLE es posible crear bancos de reactivos estructuralmente equivalentes con los cuales es posible elaborar, así mismo diferentes versiones de un mismo examen. Por otro lado, si el evaluador se ve en la necesidad de evaluar a grupos que difieren en rendimiento académico y a los que, por este motivo resulta necesario evaluar en un mismo procedimiento pero con diferente nivel de dificultad, la investigación realizada sugiere que no debe utilizarse a uno solo de los predictores cuantitativos derivados de la técnica de DLE. A reserva de que se efectúe mayor investigación que permita establecer su validez, el evaluador podría emplear un método diferente; dicho método permite un cierto margen de seguridad en la estimación de la complejidad de un reactivo y consiste en combinar de forma equivalente el valor paramétrico de los dos estimadores cuantitativos derivados de la técnica. Por ejemplo, si un reactivo determinado tiene un valor de ITE = 5 y de GRA = 1, entonces su valor de "ITE-GRA" será de 6, del mismo modo un reactivo cuyos valores de ITE y GRA sean de 4 y 4 tendrá un valor de ITE-GRA = 8. Para probar la eficacia de dicho método se presenta la tabla (19), en la cual se muestra la capacidad predictiva de ITE-GRA sobre DIF en tareas de multiplicación con y sin punto decimal. Como se puede apreciar, en dicha tabla, la relación entre ITE-GRA y DIF es positiva y estadísticamente significativa por otro lado su correlación con DIF no es mucho menor que la de GRA con dicha variable (tabla 9).

TABLA (19)
RELACION DE ITE-GRA Y DIF EN MULTIPLICACION CON Y SIN PUNTO
DECIMAL

VALOR DE R

.373

VALOR DE Z

3.335

PROBABILI.

.000

En el trabajo de Solano (1989) se propone que, además de servir para la elaboración de exámenes, la técnica de DLE y sus propiedades predictivas pueden emplearse como herramientas de instrucción, de planeación curricular etc. En este trabajo no se abundará en estos aspectos y en cambio se propondrán otros usos que puede darse a dicha técnica y a sus predictores:

1. Una de las aplicaciones más importantes del DLE resulta de su compatibilidad con los métodos y técnicas de la programación de computadoras; dicha relación puede favorecer su conversión a un programa automatizado de evaluación. Se esperaría de dicho programa el que pudiese efectuar el análisis lógico de cualquier procedimiento que se deseara evaluar y proporcionar al usuario bancos de reactivos cualitativa y cuantitativamente evaluados. Se esperaría incluso que permitiese al usuario elaborar exámenes de acuerdo con los diferentes requerimientos de dificultad y equivalencia así como la selección de determinadas trayectorias o características que desee evaluar.

2. La técnica de DLE puede ser empleada como una herramienta de investigación básica en el laboratorio de procesos cognoscitivos. El describir lógicamente un procedimiento establece un marco de referencia ideal que permite comparar la ejecución de los sujetos y así detectar que tipo de estrategias son seguidas al resolver un problema determinado; por ejemplo Groen y Resnick (1977) enseñan a niños algoritmos de suma y posteriormente observan la ejecución de estos ante problemas. Los resultados son interesantes porque demuestran como los niños elaboran sus propios algoritmos para resolver las sumas. Dentro de este orden de ideas, el minucioso análisis de los componentes de un procedimiento y la capacidad predictiva de los parámetros derivados de la misma pueden sugerir nuevas ideas de investigación así como respaldar modelos experimentales relacionados con la ejecución y aprendizaje de procedimientos.

LIMITACIONES

En la actualidad la limitación principal en el uso de la capacidad predictiva de la técnica de DLE como herramienta de apoyo a la evaluación, consiste en que la fuerza predictiva de cuantitativa de la misma, varía dependiendo del procedimiento en que se use. En vista de lo anterior, resulta necesario efectuar más investigación que determine que circunstancias propician dichas fluctuaciones para así poder controlarlas. Por otro lado los métodos alternativos que pudieran sugerirse para estimar la complejidad estructural de reactivos en base a la técnica aun deben de demostrar su validez externa.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, M. y Stockton, F. (1979). Validez y confiabilidad en las pruebas objetivas de rendimiento escolar. En Fernando García (Ed.), Paquete de autoenseñanza del rendimiento escolar. México: UNAM, CISE.
- Anderson, J.R. (1983). The architecture of cognition. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Campbell, J.I y Graham, D.J. (1985). Mental multiplication skill: Structure, process and acquisition. Canadian Journal of Psychology, 39 338-366.
- Castañeda, S. y López, M. (1989). La psicología del aprendizaje escolar. En Antología de la Psicología Cognoscitiva: Aprendiendo a aprender. México: UNAM.
- Groen, G. y Resnick, L. (1977) Can preschool children invent addition algorithms? Journal of Educational Psychology Vol. 69, No.6 645-652.
- Groen, G.L. y Parkman, J.M. (1982). A chronometric analysis of simple addition. Psychological Review, 79, 329-343.
- Gronlund, N.E. (1971) Measurement and evaluation in teaching. New York: Macmillan.
- Hays, W. H. (1972). Statistics for the social sciences. Ed. por University of Michigan. Segunda edición.
- Horabin, I. y Lewis, B. (1978). Algorithms. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Kerlinger, F. (1973) Foundations of behavioral research. Segunda ed. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston eds.
- Krohn, G.S. (1983). Flowcharts used for procedural instruction. Human Factors, 25(5), 573-561.
- Pulido, M.A. (1990) Tiempos de ejecución predichos mediante la técnica de diseño lógico de exámenes. En revisión. México: Facultad de Psicología UNAM.
- Pulido, M.A. (1991) Estudio poblacional de la capacidad de la técnica de diseño lógico de exámenes. En revisión. México: Facultad de Psicología UNAM.
- Pulido, M.A. (1991) Capacidad predictiva de la técnica de diseño lógico de exámenes en la división con y sin punto decimal. En revisión. México: Facultad de Psicología UNAM.

Roid, G.H. y Haladyna, T.M. (1982). A technology for test item writing. New York: Academic Press.

Solano, G. (1985). La formalización de algoritmos como base para la evaluación del dominio de procedimientos. Investigación inédita. México: Facultad de Psicología, UNAM.

Solano, G. (1989). Estimación empírica de la capacidad predictiva de la técnica de Diseño Lógico de Exámenes. tesis de maestría, depto. de psicología educativa de la facultad de Psicología UNAM.